

综合物探方法在牙克石乌努尔铅锌矿找矿中的应用研究

魏济宇

(甘肃铁道综合工程勘察院有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 随着社会经济的快速发展,对有色金属矿产资源的需求量的激增,找矿方向逐渐向深部转移,为进一步推动有色金属矿的找矿工作,本文以牙克石乌努尔矿区为例,详细分析以磁法、直流激发极化法、可控源音频大地电磁法为组合的综合物探方法在勘察工作中的应用效果,进而总结地球物理找矿模型,为类似矿产勘察提供参考。

关键词: 有色金属; 综合物探; 乌努尔矿区; 找矿模型

中图分类号: P618.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2022)06-0088-3

Application of comprehensive geophysical prospecting method in prospecting of Yakeshi wunur lead zinc deposit

WEI Ji-yu

(Gansu Railway Comprehensive Engineering Survey Institute Co., Ltd., Lanzhou 730000, China)

Abstract: With the rapid development of social economy and the surge in demand for non-ferrous metal mineral resources, the prospecting direction gradually shifts to the deep. In order to further promote the prospecting of non-ferrous metal mines, taking Yakeshi wunur mining area as an example, this paper analyzes in detail the application effect of the comprehensive geophysical prospecting method combined with magnetic method, DC induced polarization method and controllable source audio frequency magnetotelluric method in the prospecting work. Then the geophysical prospecting model is summarized to provide reference for similar mineral exploration.

Keywords: nonferrous metals; Comprehensive geophysical prospecting; Wunur mining area; Prospecting model

随着社会对金属矿产资源需求量的激增,地质勘查深部不断加大,地表露头矿不断减少,找矿方向逐渐向深部转移,地球物理勘查方法则是无法替代重要手段之一。面对当今形势,单一物探方法将难以有效的解决现今地质问题,唯有根据勘查目标,合理选择多种物探方法相组合,才能满足当前地质勘查需要^[1]。

乌努尔铅锌矿成矿模式断裂控制的多金属硫化型矿床,本文全面介绍了磁法、直流激发极化法、可控源音频大地电磁法在找矿过程中的应用效果。

1 地质概况

研究区处于兴安地槽褶皱系喜桂图旗中华力西地槽褶

皱带,头道桥-鄂伦春深断裂西侧,大兴安岭中段华力西-燕山期铁、锌、钨、金、铅、铬成矿带之谢尔塔拉-甘河钙、铁、锌成矿亚带。

矿区出露地层比较单一,主要为侏罗系上统满克头鄂博组(J_3mk)火山碎屑岩类和白音高老组(J_3b)流纹岩,还有第四系大面积分布;区内侵入岩以泥盆纪、石炭纪、侏罗纪为主,种类较少,面积较小,只在西北角、东北角及东南角分布;次火山岩在地表呈脉状分布于矿区的中西部;矿区位于区域上北北东向煤窑沟断裂的东南处,区内断裂构造比较发育,主要为北北西、北东东向^[2]。

经勘查共圈定铅锌矿体20条,查明铅锌矿石量(121b+122b+333)1103.21万吨,矿床成因为浅成中低温热液型。

表1 电性测定成果表

岩(矿)石名称	标本/块	极化率 η s/%		电阻率 ρ s/ $\Omega \cdot m$	
		范围值	平均值	范围值	平均值
凝灰熔岩	63	0.48~1.73	1.13	1473~18491	8774
晶屑凝灰岩	26	0.61~1.57	1.07	1019~18287	8639
角砾凝灰岩	36	1.23~2.90	2.11	737~10611	5439
斜长花岗斑岩	12	1.02~1.54	1.18	2971~21664	6362
铅锌矿化岩石	18	1.13~5.02	3.3	726~5566	3277
中粗粒花岗岩	16	2.97~3.62	3.21	5716~141137	45986
黄铁矿化岩石	26	1.94~9.14	5.11	1163~23543	12353
流纹斑岩	7	1.2~5.7	3.1	635~5763	3271
花岗斑岩	8	1.5~6.6	4.4	989~6685	4030
低品位铅锌银矿石	10	7.27~12.54	8.88	840~1414	1250
高品位铅锌银矿石	18	15.9~23.57	19.9	433~1868	1007

2 岩(矿)石电性特征

表1为研究区岩(矿)石电性参数测定成果,由表1可知:本区的火山岩具低极化高阻的特征,极化率常见值<3.0%,因此在火山岩地质背景中圈定出的视极化率异常

收稿日期: 2022-03

作者简介: 魏济宇,男,生于1986年,汉族,安徽阜阳人,工程硕士,物化探中级工程师,研究方向:物探与化探方面的应用及研究。

明确的指出了金属硫化物的富集位置和程度,其中单一黄铁矿化标本测定结果显示为高阻、高极化特点,银铅锌矿石测定结果显示为低阻、高极化特点,而且伴随矿石品位升高激电效应越强,矿石电阻率因闪锌矿品位升高有同步增高的现象;流纹斑岩、花岗斑岩、花岗岩标本普遍具有高电阻率特点,其中流纹斑岩、花岗斑岩与普通火山岩电阻率差异不太明显,但中粗粒花岗岩比火山岩电阻率高将近一个数量级。

3 综合物探工作方法

3.1 高精度磁测

高精度磁测是比较传统且较为成熟的物探方法技术之一,该方法可以在较大范围内开展工作,从面上发现异常,快速圈定断裂、岩体、地层,缩小找矿靶区^[3]。

研究区磁测工作采用加拿大GEMSystems, Inc.制造的GSM-19T型质子磁力仪。磁测工作网度 $100 \times 20\text{m}$,测线方位 178° ,与地表矿(化)体基本保持垂直,测量时间2s。

3.2 直流激发极化测量

直流电法勘探是我国在金属矿产勘查中最常用、最重要的方法技术之一,本次激电工作选择了激电中梯、激电中梯剖面、对称四极测深三种装置开展找矿工作,从面上发现异常,从线、点上进一步解析、定位异常源,为钻孔验证及矿(化)体的追索、控制提供依据。

研究区电法采集工作采用北京地质仪器生产的DWJ-3B型微机激电仪,供电周期16s,延时200ms、积分300ms;其中,面积工作网度 $100 \times 40\text{m}$, $AB=2000\text{m}$,测线方位 178° ,与地表矿(化)体基本保持垂直;剖面工作 $AB=1600\text{m} \sim 2000\text{m}$,点距 $10\text{m} \sim 20\text{m}$,测线方向与激电异常方向垂直;电测深使用1/10等比测深装置,点距 $10\text{m} \sim 40\text{m}$,最大 $AB=3000\text{m}$ 。

3.3 可控源音频大地电磁测深

可控源音频大地电磁法(CSAMT),是在大地电磁测深(MT)、音频大地电磁测深(AMT)基础上发展的一种人工源频率域电磁测深方法,该方法对低阻地质体非常敏感、垂向分辨率高,可有效识别断层、地形影响小,易校正、可

较好的克服地表屏蔽作用,穿透高层,实现普通电法无法勘查的目的、生产效率高等优点,广泛应用于金属矿产、石油、地热、工程等勘查领域。

研究区使用赤道偶记装置进行标量测量,同时观测与场源平行的电场水平分量 E_x 和场源正交的磁场水平分量 H_y (见图1)。使用加拿大凤凰公司生产的V8电法工作站进行数据采集,频率范围 $1 \sim 8533.3\text{Hz}$,观测时间40分钟,收发距 $10\text{km} \sim 16\text{km}$ 。

4 应用效果研究

4.1 高精度磁法在找矿之中的应用效果

磁测结果显示研究区内磁场以大面积高磁为背景,其中 $0 \sim 500\text{nT}$ 背景磁场反映火山岩盖层,岩性以流纹质凝灰岩为主; $500\text{nT} \sim 1000\text{nT}$ 高背景磁场反映火山岩盖层,岩性以凝灰熔岩为主;局部负磁场推断是隐伏岩体的反映。分布在高磁场背景中的局部负磁异常带、线性高磁异常及局部低缓磁异常带经工程验证证实由矿(化)体、断裂构造及矿化蚀变带引起。

此外,磁测结果显示区内存在一条NNW向断裂构造,该断裂形成时期较早,断裂磁场特征为正负磁场梯度带特征,是本区内一条规模较大的断裂,同时也是区内与成矿相关的岩浆、热液活动主通道;发现3组NNW-近EW向断裂(经钻孔验证),磁场特征为线性正磁异常或串珠状磁异常,主要展布于I、II、III、IV矿带范围内,是研究区的主要容矿构造,呈“雁行式”或“羽列式”产出^[4-6]。

4.2 直流激发极化法在找矿中的应用效果

4.2.1 激电中梯异常特征

激电中梯测量共圈定三条视极化率异常带,编号分别为 $\eta_s \text{ I} \sim \eta_s \text{ III}$ 。其中, $\eta_s \text{ I}$ 由8处激电异常组成,经工程验证发现了I、II、III矿带; $\eta_s \text{ II}$ 由3处激电异常组成,经工程验证发现了V矿带; $\eta_s \text{ III}$ 由2处激电异常组成,经工程验证发现了IV矿带。

4.2.2 激电测深在I号浅埋深矿带的应用

为查证I号浅埋深矿带(小于 300m)深部矿体产状及延伸情况,施工了I-1号物探综合剖面。

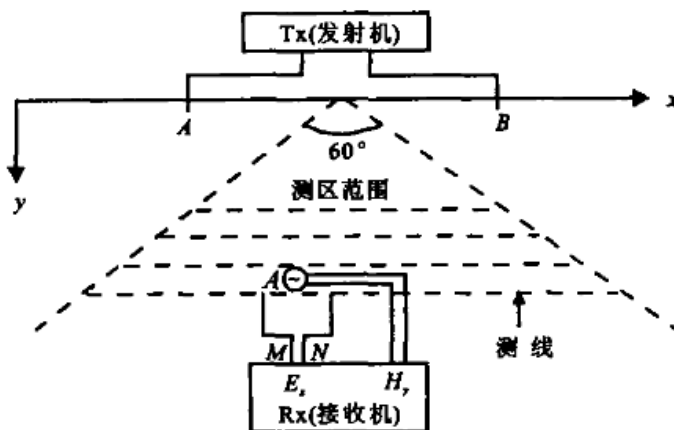


图1 标量CSAMT测量装置示意图

测深结果显示230~240点段深部见两层极化体显示, 均具近直立南西陡倾斜特征, 视电阻率测深结果显示浅部极化体部位具中低阻特征, 深部极化体处于低阻至高值的梯度变化带上。经钻孔及平硐证实浅部极化体为银铅锌矿体引起的矿致异常; 深部极化体是以黄铁矿为主的多金属硫化物富集体引起的非矿异常, 深部大于 $900\Omega\cdot m$ 的高阻基底为花岗岩。(断面图使用综合测井及物性测定结果进行深度系数校正后成图)。

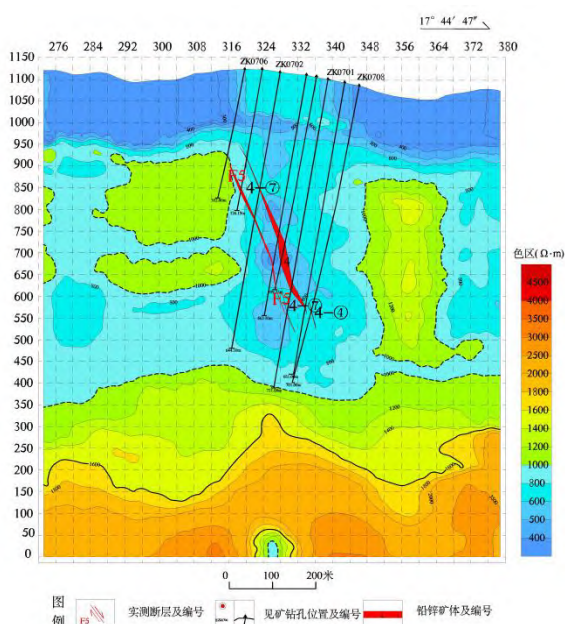
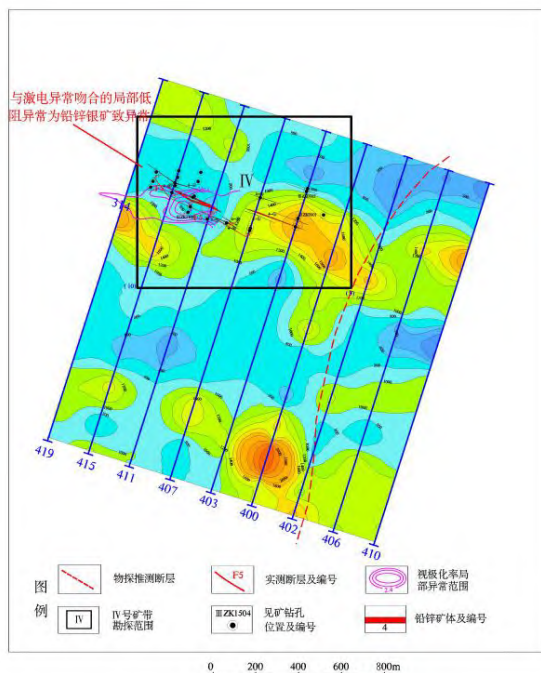


图2 IV号矿带CSAMT测深750m中段、407勘探线视电阻率等值线平面图

4.3 大地电磁法在找矿中的应用效果

为了解IV号矿带300m深度以下铅锌银矿体的赋存情

况, 在该矿带范围内及其外围施工了CSAMT测深工作, 测深结果显示在400勘探线北西侧有一条北西走向的低阻异常带与激电异常吻合, 推断认为该处深部的北西西走向的低阻高极化。综合异常由铅锌银矿(化)体引起, 后经403、407、411、415、419五条勘探线的钻探施工证实确为铅锌银矿致异常(见图2)。

铅锌银矿体在CSAMT测深断面上为北东陡倾的低阻异常特征, 即使矿体赋存在300m以下的深部仍有较好的低阻异常显示, 从407勘探线视电阻率可知(图2), 北东陡倾的低阻异常是北东陡倾的含矿构造破碎带(实测断层F5)的显示。

综合以上特征认为, 通过CSAMT测深探测到的埋藏深度大于300m以上的矿(化)体是受北西向线性构造控制的低阻异常(钻探证实为铅锌银矿体)或中高阻梯度带异常(钻探证实为独立银矿体), 且视电阻率异常应与一定规模的激电异常相吻合。

4.4 地球物理找矿模型建立

依据上述本区内已有的工作成果, 总结多年在该区内总结的综合物探方法实践, 建立该区以铅锌矿为主的热液型多金属矿产地球物理找矿模型如下:

首先, 开展地面高精磁测工作, 快速圈定构造的分布, 了解区内所处地质背景; 其次, 通过激电中梯测量, 进一步圈定金属硫化物的富集情况, 查明对应的视电阻率场的分布特征, 结合区内矿石所具的低阻、高极化物性特征, 筛选异常, 明确找矿目标; 再次, 开展综合剖面测量工作, 其中测深工作浅埋深(小于300m)陡产状矿体以对称四极测深方法为主, 深部矿(大于300m)则通过可控源音频大地电磁测深方法探寻赋矿断裂, 实现间接找矿。

5 结语

以本矿区成功找矿经验可知, 多种物探方法在地质勘查中联合使用, 工作布置中坚持从已知到未知、从面到线、从浅到深的找矿原则, 能够充分发挥各物探方法的技术优势, 相互补充验证, 提高勘查信息的准确性和可靠性, 进而降低成果解译的多解性, 达到减少勘查成本, 提高找矿效果的目的。

参考文献

- [1] 贾斌, 刘世伟. 大兴安岭成矿带铅锌多金属矿床成矿规律[J], 矿物学报, 2009. 增刊: 429-431.
- [2] 郭刚强, 高精度磁法在间接性找矿铜矿中的应用, 四川地质学报, 2015 第33增刊: 148-151.
- [3] 刘国辉, 王天意等. 大功率激电在内蒙古扎鲁特旗某多金属矿勘查中的应用[N], 工程地球物理学报, 2009, 6(5): 593-597.
- [4] 何继善, 可控源音频大地电磁法[M], 长沙: 中南工业大学出版社 1990: 78-90.
- [5] 郑振云, 轩慎英等. 可控源音频大地电磁测深法在甘肃寨上金矿区的找矿应用研究[J], 黄金科学技术, 2017, 25(2): 7-13.
- [6] 唐培斌, 杨思智, 包国腾. 综合物化探方法在覆盖区矿产普查中的应用效果[P], 甘肃科技, 2015, 31(15): 26-31.